

**D**e nombreux intervenants s'accordent à dire que les aménagements réalisés (endiguement généralisé, protection des berges, recalibrage intensif, extraction en masse de matériaux dans le lit mineur), ainsi que la reforestation spontanée des parties amont des bassins versants ont provoqué des déséquilibres dans le

fonctionnement des cours d'eau, notamment au niveau de la recharge hydrosédimentaire.

Des exemples de réponse des gestionnaires aux besoins de recharge sédimentaire des cours d'eau sont présentés par la suite, dans le cadre du SAGE Drôme ou de la gestion du bassin versant de l'Ardèche et du Buech.

# Bilan sédimentaire et gestion de la recharge

## De l'évaluation des enjeux à la détermination de nouvelles orientations de gestion par les forestiers dans les périmètres RTM drômois : le cas du bassin de la Drôme et ses possibilités de transposabilité.

par Norbert LANDON<sup>1</sup>, Etienne ZAHND<sup>2</sup>, J.-P. BRAVARD<sup>3</sup>, P. CLÉMENT<sup>4</sup>,  
Frédéric LIÉBAULT<sup>4</sup> et Hervé PIÉGAY<sup>1</sup>

### I. Introduction

Comme le soulignait l'Ingénieur Général du Génie rural Louis de Crécy (1982) la gestion par l'homme est, par définition, anthropocentrique. Elle s'articule autour d'un ou plusieurs grands axes ayant pour principaux objets la satisfaction de ses besoins. La Drôme (Cf. Fig.1a) et d'une façon plus générale les hydrosystèmes drômois n'échappent pas à la règle. L'homme depuis la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle n'a jamais cessé de mener des actions pour :

- lutter contre les inondations et l'érosion des berges,
- accroître les domaines agricoles dans les fonds de vallées,

1 - UMR5600 du C.N.R.S.  
"Environnement, Ville, Société" (Lyon)

2 - O.N.F. de Die (Drôme)

3 - Université Paris 4 - Sorbonne

4 - Université Lyon 2 - Lumière

- assainir les plaines alluviales,
- lutter contre l'érosion des versants et la torrentialité,
- satisfaire ses besoins en granulats.

Si toutes ces actions ont eu une origine sans doute légitime par leur utilité, voire leur nécessité, elles posent en revanche aujourd'hui une série de problèmes par leurs effets négatifs liés notamment à l'incision des cours d'eau. En effet, nous savons que l'incision par érosion régressive et progressive qui s'opère à partir des zones de prélèvement et la forte artificialisation des berges des cours d'eau ont été préjudiciables par de nombreux aspects :

**1.** Localement pour la bonne tenue des ouvrages d'art ; que ce soient des digues de protection, des épis, des seuils ou encore des ponts, un bon nombre d'entre eux ont nécessité ou nécessitent actuellement d'importants travaux de restauration et de protection.

**2.** Toujours localement, l'affleurement du substratum rocheux sur le fond, constaté sur de longs tronçons de cours d'eau, est préjudiciable à la vie piscicole par l'effet de la raréfaction des bancs de galets qui abritent une faune consommée par les poissons et par la réduction des surfaces de frayères d'autre part. Ces affleurements sont également préjudiciables aux relations entre la rivière et la nappe qui sont nécessaires à sa recharge, à son renouvellement et à une oxygénation satisfaisante. Il peut en résulter également une dégradation de la qualité de l'eau par modification ou disparition du rôle épurateur de la couche d'alluvions superficielles, véritable "infrastructure naturelle" d'épuration.

**3.** L'enfoncement des nappes d'accompagnement est généralement constaté sur les cours d'eau les plus incisés. Elle entraîne une diminution de la ressource en eau phréatique qui

est préjudiciable à certains usages comme l'alimentation en eau potable et en eau d'irrigation.

4. L'enfoncement et la réduction de la mobilité latérale dans certains tronçons s'accompagnent également de la transformation de la forêt riveraine. Elle se manifeste par un appauvrissement en espèces dites "pionnières", ce qui signifie une réduction de la diversité et une dégradation du potentiel biologique.

L'ensemble de ces impacts et leur coût économique ont conduit progressivement à une prise de conscience au début des années 1990 (BRAVARD, 1991 ; LANDON, 1996). En effet, les cours d'eau n'ont sans doute plus les mêmes caractères que ceux connus par les communautés riveraines jusqu'au XIX<sup>e</sup> siècle car bien souvent les conditions de mise en valeur des bassins versants et les conditions climatiques ont changé. De plus, au cours des dernières décennies, on a bien souvent confondu deux éléments différents qui sont d'une part la présence de bancs de galets et un transport important par charriage, et d'autre part la capacité de renouvellement des matériaux extraits ou prélevés au titre de l'entretien. Telle est la situation pour la Drôme et bon nombre de ses affluents.

A l'état naturel, cette rivière est un cours d'eau à forte charge de fond, typique des piémonts subméditerranéens. Son originalité tient à plusieurs caractéristiques : cours d'eau en tresses, absences de grands aménagements, fonctionnement hydrologique non perturbé, valeur écologique exceptionnelle de certains secteurs. Par ses caractères paysagers floristiques et faunistiques, la rivière et ses affluents contribuent à faire de la vallée de la Drôme un site remarquable aux potentialités exceptionnelles. Cependant, cette description plutôt positive ne doit pas masquer les très fortes contraintes humaines qui se sont exercées depuis près de deux siècles sur l'hydrosystème et qui se traduisent aujourd'hui par un déficit sédimentaire quasi-généralisé à l'échelle des cours d'eau de rang 4 à 6 du bassin de la Drôme. Subissant les impacts directs ou indirects induits par l'incision de ces cours d'eau, les communautés

riveraines rassemblées dans le cadre de la mise en place du Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux au sein de leur Commission Locale de l'Eau, se sont fixées de nouvelles orientations en matière de gestion des matériaux constituant la charge solide en transit dans le réseau hydrographique. Ces orientations, issues d'une expertise suivie de plu-

sieurs autres études sur le fonctionnement physique du bassin versant auxquelles nous avons participé (LANDON et al., 1995 ; PIÉGAY et al., 1997, LIÉBAULT et al., 1999, BRAVARD et al., in press), proposent notamment des actions pouvant prévoir le non entretien de certains ouvrages ou de certaines parcelles boisées .

## II. Le bassin de la Drôme, un système fluvial à déficit sédimentaire aggravé

### A - Le constat

Le constat réalisé dans le cadre de l'expertise de 1995 a été alarmant. En effet, depuis 1928, on note une incision quasi-générale du lit de la Drôme pouvant atteindre localement 5 mètres. Peu de secteurs présentent une stabilité relative ; seulement 15 % du linéaire étudié (de 100 km). Ce phéno-

mène touche de la même façon les tronçons aval des principaux affluents (le Bez, le Béoux, la Roanne, la Gervanne ...). Le phénomène est d'autant plus préoccupant que la plupart des affluents qui fournissaient encore de la charge de fond en 1948 (24 au total) sont aujourd'hui éteints. L'analyse menée à partir des photographies aériennes IGN a montré qu'il

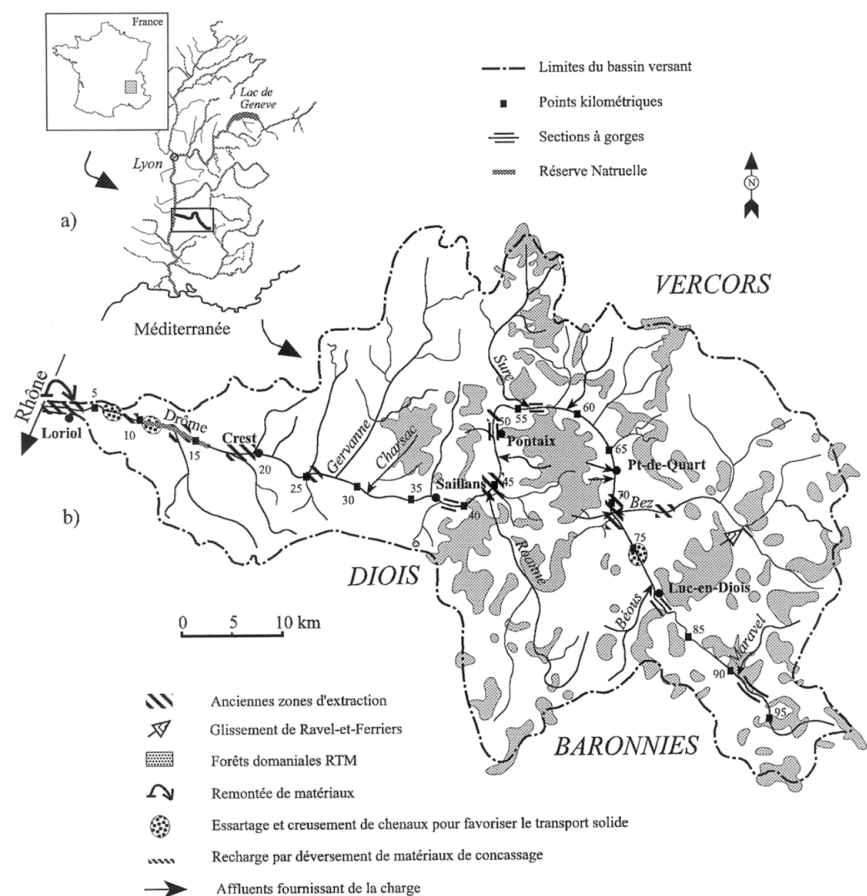


Fig. 1 a et b : Situation géographique du bassin de la Drôme et localisation des actions anthropiques

	Volumes annuels (en m <sup>3</sup> )	Remarques
Apports par recharge latérale (1948-1991) <sup>(1)</sup>	+ 24 200	
Apports par recharge via les affluents <sup>(2)</sup>	+ 24 000	Estimation haute
Total apports réguliers	+ 48 200	
Apports par recharge exceptionnelle	+ 4 000	Ravel-et-Ferriers <sup>(3)</sup>
Total apports (A)	+ 52 200	
Volume sortant du système (B)	- 35 000	(C.N.R., 1994)
Solde annuel (A - B)	+ 17 200 (C)	
Solde théorique sur la période 1928 à aujourd'hui (C) X 70 ans	+ 1 200 000 (D) <sup>(4)</sup>	
Volume perdu pour la même période	- 8 000 000 (E) <sup>(5)</sup>	
Déficit total (D - E)	- 9 200 000 (F)	
Temps nécessaire pour combler ce déficit dans l'hypothèse d'aucune modification des conditions de recharge (F ÷ C)		535 ans

(1) Apports moyens de la plaine alluviale via l'érosion latérale estimée pour les 50 dernières années à partir de l'utilisation de différentes séries de photographies aériennes verticales permettant d'estimer les surfaces érodées et des profils en long afin d'estimer l'évolution verticale du lit.

(2) Apports actuels moyens venant du bassin versant via les affluents déterminés à partir de différentes approches quantitatives de terrain, de traitement de données d'archives et de photographies aériennes.

(3) Glissement de Ravel-et-Ferrier (commune de Boulc) sur le bassin du Bez, affluent de rive droite de la Drôme.

(4) Cette valeur est probablement sous-estimée car si l'érosion latérale produisait des volumes plus faibles du fait d'une moindre incision avant les années 1950, l'ensemble des 24 affluents, actifs en 1948, devait produire plus.

(5) Pertes estimées depuis le début du siècle par l'analyse des profils en long et des largeurs de la bande active.

**Tab. I : Bilan sédimentaire et perspective de réversibilité de l'incision.**

ne reste plus que 11 torrents affluents susceptibles d'amener de la charge solide abondante en 1991 (Cf. Fig.1b). Le bilan sédimentaire (Cf. Tab. I) montre que l'incision de la Drôme, compte tenu de la gravité de l'incision et des conditions de recharges actuelles, est irréversible à une échelle de temps courte et moyenne.

## B - Les causes

Les endiguements, réalisés sur le cours de la Drôme, ainsi que les programmes de correction torrentielle (Cf. Fig. 1b), conduits dès 1863 par l'Administration des Eaux et Forêts dans le Haut-Diois, puis, plus récemment les extractions massives de granulats (Cf. Fig.1b) se sont succédées voire cumulées sur une grande partie du bassin versant. Intervenant dans un contexte de déprise agricole et de modification climatique depuis la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, responsables de la contraction des bandes actives par

biostabilisation des lits fluviaux, ces facteurs ont contribué ensemble à diminuer les stocks sédimentaires en transit.

## C - Les conséquences

Comme nous l'avons signalé en introduction, les impacts sont nombreux : réduction de la mobilité du lit actif dans certains secteurs d'où une diminution des potentialités de recharge par érosion latérale, abaissement des nappes phréatiques, mise en péril des ouvrages d'art de protection ou de franchissement, etc.

Il a été constaté que l'incision quasi-généralisée du lit de la Drôme était devenu un problème majeur pour les communautés riveraines qui doivent en assumer les conséquences :

**1. Economiques :** 68 km de protections de berges dont 8 déstabilisées en 1995 (1 km de digue = 3 à 4 M Fr. H.T.), 43 ponts à entretenir dont un détruit en 1995, 18 seuils transversaux

à maintenir en état dont 3 détruits depuis 1991 (un seuil = 10 à 12 M Fr. H.T.), 2 M de m<sup>3</sup> d'eau perdus par abaissement des nappes

**2. Ecologiques :** diminution de la biodiversité, disparition de certaines zones de fraie, apparition de seuils naturels dans le substratum, infranchissables par certaines espèces piscicoles, diminution de la qualité et de la quantité d'eau disponible pendant l'été (l'incision n'en est pas la seule cause).

Face à ces différents problèmes et compte tenu des conditions de recharge de la Drôme, les gestionnaires locaux, sous l'impulsion de la mise en place du SDAGE Rhône-Méditerranée-Corse, ont adopté, entre autres projets, une démarche favorisant la recharge du cours d'eau et le transit des matériaux afin de limiter dans les années à venir l'aggravation de l'incision des cours d'eau du bassin. Elle est inscrite au SAGE approuvé le 30 décembre 1997 et des actions ont déjà été entreprises.

### III. La réponse des gestionnaires aux besoins de recharge des cours d'eau

Sur la base des propositions de gestion qui ont été faites dans le cadre de la mission d'expertise de 1995, le District d'Aménagement du Val de Drôme, la Commission Locale de l'Eau, la D.D.E. avec la MISE (Mission Inter-Services de l'Eau) et l'ONF ont entrepris des actions pour favoriser la préservation de la charge solide et augmenter les potentialités de recharge.

#### *A - Dans le cadre du SAGE*

Les principaux objectifs fixés par la CLE sont : 1/ Stopper le phénomène d'incision quasi-généralisée des cours d'eau du bassin versant, 2/ Préserver la charge de fond et sa liberté de transit, 3/ Surveiller l'évolution du lit de la Drôme dans les secteurs à risques (80 KF HT/an), 4/ Mettre en place une gestion physique efficace et pérenne des cours d'eau.

En terme de moyens, il a été décidé de favoriser les opérations permettant de restaurer l'équilibre des cours d'eau (300 KF HT/an). Le SAGE préconise, entre autre et dans la mesure du possible, de remobiliser les stocks de granulats dans les secteurs en situation de stabilité du profil en long, pour en favoriser le transit vers les zones déficitaires. La CLE a également décidé d'éviter l'édification de nouveaux barrages et de nouvelles digues qui bloqueraient la recharge et/ou le transit des granulats. Elle a également inscrit de tenter la restauration d'un potentiel de recharge. Le SAGE cite à titre expérimental d'entreprendre des actions volontaires de déboisement ou d'aménagement des ouvrages RTM sur certains versants graveleux, de définir des zones de berges érodables. Ceci bien sûr pour des secteurs où ces actions auraient peu d'impact sur l'activité humaine. Enfin, il a été décidé de créer un fond de solidarité amont-aval qui permette aux acteurs du haut-bassin de compenser le surcoût liés à la limitation des prélèvements de graviers en rivière.

#### *B - Dans le cadre des travaux en rivière*

Depuis 1996, avant même la signature du SAGE, plusieurs expériences originales ont été menées à l'échelle du bassin versant de la Drôme (Cf. Fig.1b) : 1/ remontées de matériaux depuis le piège à graviers de la CNR à Loriol jusqu'aux digues déstabilisées de Livron (20 000 m<sup>3</sup>), 2/ recouplements de bancs d'accumulations avec essartage partiel pour favoriser la remise en mouvement des matériaux (ramières de Livron et de Loriol, plaine de Recoubeau), 3/ recharge artificielle par des matériaux naturels de concassage issus du percement du tunnel de Boulc (20 000 m<sup>3</sup>). L'ensemble de ces actions fait l'objet d'un suivi régulier qui semble démontrer que la gestion du transit des matériaux et de la recharge peut être envisagée sans actions de prélèvements tout en prenant en compte les enjeux riverains.

#### *C - Dans le cadre des opérations menées par l'ONF sur les versants*

##### *Présentation de la philosophie et des opérations conduites par l'ONF dans le cadre des actions de RTM*

La conception, puis la mise en œuvre par l'Administration des Eaux et Forêts du programme extrêmement ambitieux de correction torrentielle dans les bassins versants drômois ont été rendues possibles dès la fin du siècle passé par un encadrement législatif, réglementaire et administratif très important. Ce dispositif apparaît encore aujourd'hui comme le témoin des conditions naturelles et socio-économiques de l'époque ; il rend compte de manière très précise des enjeux pris en compte par le législateur dans les bassins de vie concernés.

Le succès considérable des programmes de reboisement massivement réalisés jusque vers 1920 dans le département, alliés aux mesures

d'équipement en ouvrages de correction torrentielle conduit à une approche actualisée, fondée sur l'entretien des peuplements et des équipements et sur la surveillance constante des phénomènes et des espaces.

Parallèlement, le déplacement géographique des populations et la mutation des enjeux (déprise rurale, augmentation importante des exigences et des coûts liés à la sécurisation des biens, des personnes et des activités) imposent au gestionnaire des terrains domaniaux RTM d'inscrire son action de manière pertinente dans le cadre élargi de la gestion durable et globale du bassin versant.

Ainsi, ayant contribué directement à la protection des versants, dans le cadre d'une logique de bassin versant, avec les outils et les connaissances des années 1890, l'administration forestière et l'ONF reviennent à la préoccupation de la stabilité globale du bassin versant (et de toutes ses composantes), après une période d'efforts de gestion mais consacrés prioritairement à l'entretien des peuplements et des ouvrages de génie civil.

La démarche actuelle d'analyse des problèmes et des solutions possibles illustre cette évolution de l'Office National des Forêts dans la Drôme, dans le sens de la prise de conscience d'enjeux originaux.

##### *La continuité du transfert de la charge de fond : une réponse aux enjeux.*

Jusqu'au milieu des années 1980, les matériaux excédentaires résultant du calibrage de certains chenaux torrentiels étaient mis en dépôt à l'aval des plages d'atterrissement, pour être réservés à la vente. Ces opérations, limitées à quelques tronçons de ravins aux caractéristiques lithologiques favorables, n'avaient évidemment pas pour objectif premier d'assurer à l'ONF une recette durable dans la filière des granulats. Mais elles témoignent de la non prise en compte du maintien souhaitable des sédiments dans le système hydraulique.

Par la suite, jusqu'à la promulgation de la " Loi sur l'eau " (1992) et sa

mise en application effective, les travaux d'entretien des torrents réalisés au titre de la RTM ont été réalisés sans extraire les matériaux excédentaires des zones d'atterrissement : la constitution de merlons longitudinaux irréguliers a permis de maintenir le torrent dans un chenal d'étiage tout en laissant aux petites crues régulières la possibilité d'évacuer vers l'aval des sédiments plus facilement mobilisables.

C'est la période de "facilitation", qui traduit le constat que les crues efficaces ne sont pas (ou plus ?) très nombreuses, alors que les sédiments ont au contraire tendance à se stabiliser (diminution des bandes actives, développement de la ripisylve...).

Actuellement, conséquence utile du rapprochement entre les services initiés par la Loi sur l'eau, l'Office s'efforce de mettre en pratique le principe de "remobilisation par accélération", en même temps que sont mis en place les outils de suivi des phénomènes.

Ainsi, la gestion des sédiments procède actuellement systématiquement du souci de les dégager vers l'aval, et non plus seulement latéralement ; dans certains cas, il est même prévu de leur faire franchir des seuils de correction en les poussant vers l'aval lorsque la situation le permet. Parallèlement, la déstabilisation volontaire (coupe d'arbres et dessouchage au ripper) de la jeune ripisylve responsable du blocage de matériaux accompagne systématiquement les travaux de correction réalisés plus en amont dans le lit.

Encore en phase de démarrage, le suivi du transit des matériaux (par topométrie, colorimétrie, etc.) devrait permettre d'apporter des éléments de réponses aux questions qui se posent comme par exemple celle concernant les stocks de matériaux potentiellement disponibles ou encore celle des vitesses de transit des alluvions.

### **Conclusion : le positionnement de l'ONF et des acteurs de la RTM face à la mutation des enjeux.**

Vécue au départ comme une contrainte imposée par la Loi sur l'eau, la collaboration avec la MISE drômoise a rapidement permis d'enri-

chir les actions d'entretien des torrents au titre de la RTM par une ouverture sur la gestion globale et, après son approbation, sur les objectifs du SAGE Drôme.

En particulier, il est devenu évident que, dans cette réflexion, la question de la remobilisation des granulats constituant la charge de fond des rivières torrentielles drômoises peut intéresser à triple titre l'ONF, en raison :

1 - De la présence de surfaces forestières domaniales importantes dans les bassins concernés.

2 - De l'importance majeure des opérations réalisées actuellement par le service de gestion au titre de la RTM.

3 - De la vocation de l'Etablissement à s'impliquer plus généralement dans des actions de gestion des espaces non forestiers.

Pour cette raison, l'ONF (Service Départemental de la Drôme) a choisi d'assurer la maîtrise d'ouvrage d'une étude conduite sur deux ans dans le cadre d'une thèse de géographie (spécialisation "géomorphologie fluviale") réalisée par un étudiant de l'Université Lumière (Lyon 2), consacrée très précisément à l'"Analyse géographique de la dynamique géomorphologique contemporaine des affluents de la Drôme, de l'Eygues et du Roubion".

Le financement de l'étude est assuré par l'Agence de l'Eau (bassin Rhône - Méditerranée - Corse), le Ministère de l'Agriculture (crédits RTM) et l'ONF. La direction de la thèse est réalisée conjointement par l'Université Lyon 2 (Laboratoire Rhodanien de Géomorphologie) et par le CNRS (UMR 5600 Environnement-Ville-Société).

## **Bibliographie**

- BRAVARD J.P., 1991, "La dynamique fluviale à l'épreuve des changements environnementaux : quels enseignements applicables à l'aménagement des rivières", La Houille Blanche, 7-8 : 515-521.
- BRAVARD J.P., LANDON N., PEIRY J.L., PIEGAY H., 1999, "La disparition du tressage fluvial dans les Alpes françaises sous l'effet de l'aménagement de cours d'eau (19-20<sup>e</sup> siècle)", Geomorphology, in press.
- DE CRECY L., 1982, "Aspects techniques et socio-économiques des interactions entre les divers secteurs d'activité humaine et les processus sédimentaires dans le milieu amont : montagne et domaine torrentiel", rapport général du colloque de Propriano, 27-29 mai 1981, bulletin du BRGM (2) III, 1 : 41-48.
- Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt de la Drôme, Office National des Forêts, 1994, "Enquête RTM : Etat des lieux et estimation des besoins", Rapport, 60 p, cartes et annexes.
- LANDON N., PIEGAY H., BRAVARD J.-P., 1995, "Compte rendu de la mission d'expertise réalisée sur la Drôme pour le compte du SMRD et de la CLE : propositions pour une gestion physique équilibrée du lit de la Drôme", rapport, Laboratoire de Géographie Rhodanienne, U.R.A. 260 du CNRS, 3 vol, 105 p. + annexes, + atlas, 52 planches.
- LANDON N., 1996, "L'incision des cours d'eau de la moyenne vallée du Rhône : principes de gestion", Revue de Géographie de Lyon, vol. 80 (4), 363-376.
- LIEBAULT F., CLEMENT P., PIEGAY H., LANDON N., 1999, "Assessment of bedload delivery from tributaries : the Drôme River case", Arctic, Antarctic and Alpine Research, vol. 31, n°1 : 108-117.
- PIEGAY H., LANDON N., BRAVARD J.P., CLEMENT P., LIEBAULT F., 1997, "Channel incision and potentiality of reversibility : the Drome river case, France". In : Management of landscapes disturbed by channel incision : 1-6, Center for Computational Hydroscience and Engineering, University of Mississippi, Oxford, Mississippi.